Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Кафедра физики ускорителей и радиационной медицины

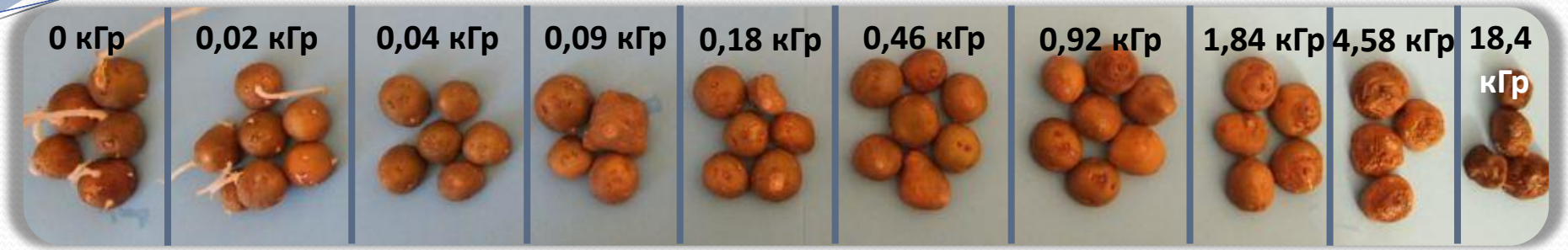
Сибирский федеральный научный центр
агробиотехнологий Российской академии наук

# ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ФИТОСАНИТАРНОЙ ОБРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

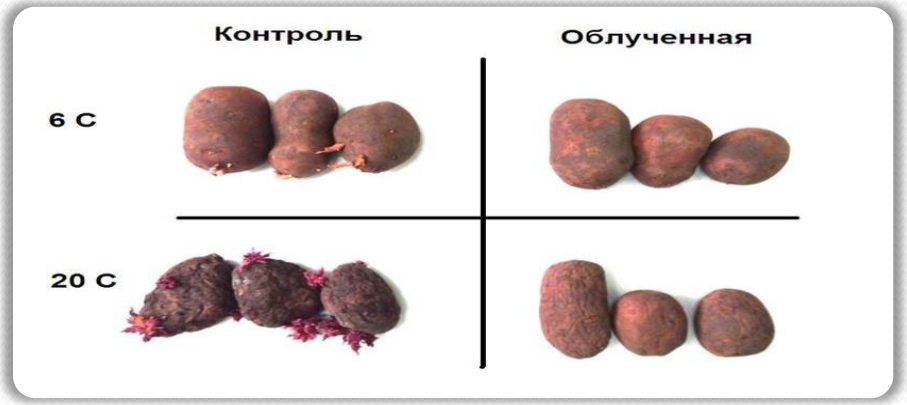
Студент:
В.А. Леонтьев

2020

# Примеры применения низкоэнергетического электронного излучения




Влияние обработки ускоренными электронами на ингибирование прорастания клубней картофеля и их органолептические свойства, эксперимент кафедры ФУиРМ ФФ МГУ



**Слева**: продление сроков хранения клубники при проведении РО

**Вверху слева**: состояние **облученного** (слева) и **необлученного** (справа) плодов авокадо из одной партии спустя 4 недели с момента сбора (данные *TransFresh Tectrol Service Network*)

**Вверху справа:** состояние необлученных/облученных γ-излучением с дозой 120 Гр клубней картофеля после хранения в течение 5 мес., эксперимент НИИ им. Будкера для ВНИИРАЭ

# Поражение с/х культур грибковыми заболеваниями

Поражение клубней картофеля грибами *R. solani* (ризоктониоз)

Поражение листьев пшеницы грибами *Puccinia recondita* (бурая ржавчина)

Поражение зерна пшеницы грибами *Ustilago tritici Rostr.*(пыльная головня)

# Цель и задачи работы

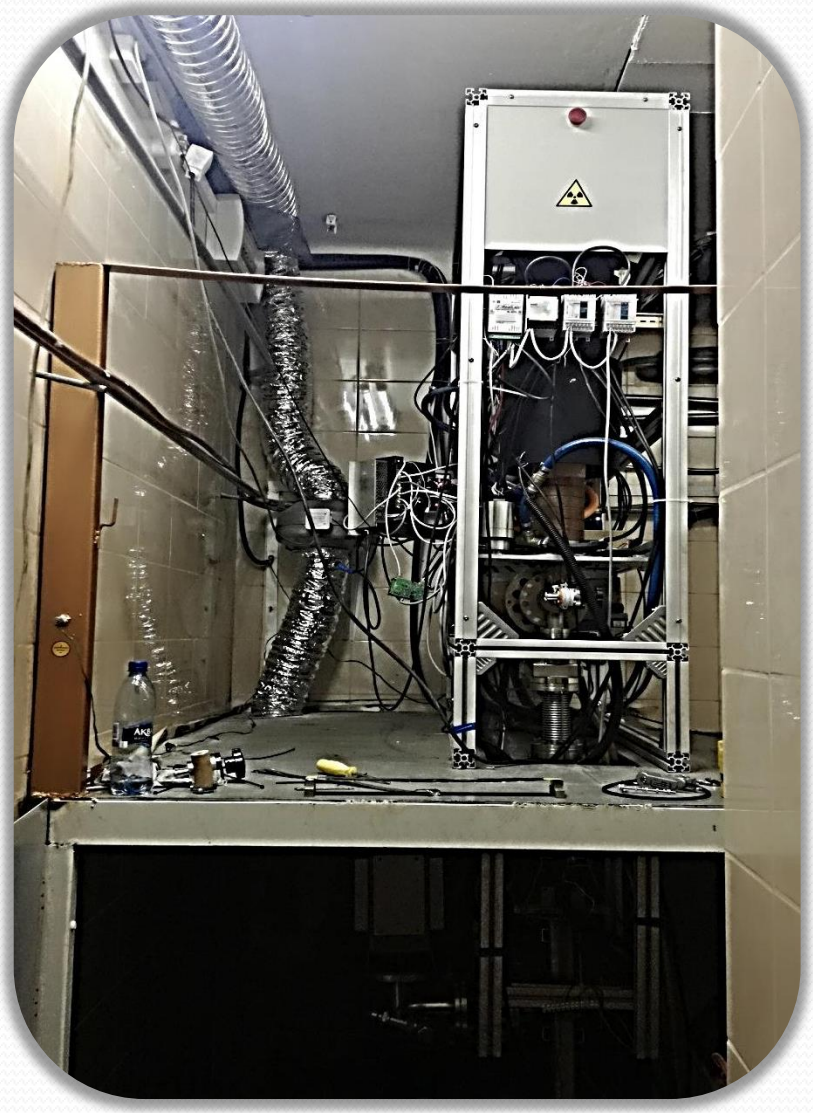
## Цель работы:

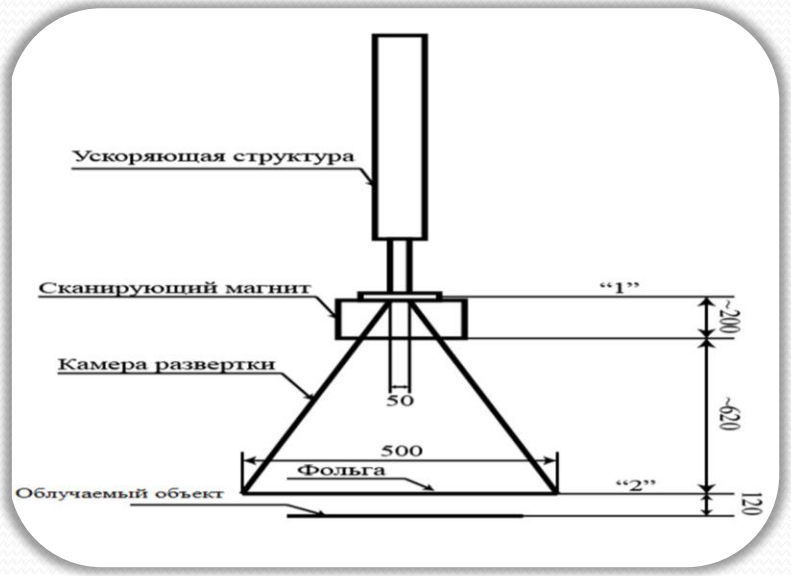
исследование воздействия ускоренных электронов с энергией 1 МэВ на рост фитопатогенного гриба *R. solani Kuhn*, выращенного из обработанных в различных дозах склероциев.

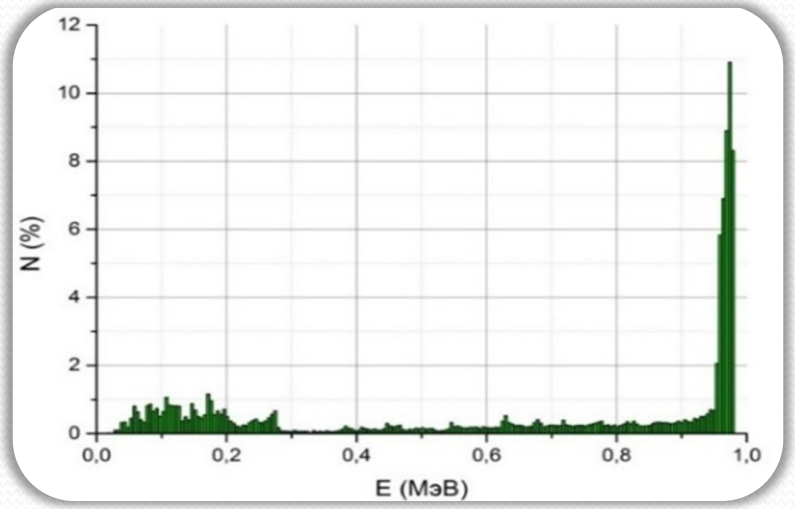
## Задачи:

1. Проведение облучения склероциев *R. solani* на ускорителе электронов УЭЛР-1-25-Т-001
2. Компьютерное моделирование процесса облучения склероциев с использованием кода GEANT4 с целью расчета поглощённой склероциями дозы
3. Мониторинг роста образцов гриба после высева облученных склероциев на питательную среду КДА
4. Анализ полученных результатов и выявление характера воздействия ИИ на рост *R. solani*

# Ускорительный комплекс НИИЯФ МГУ

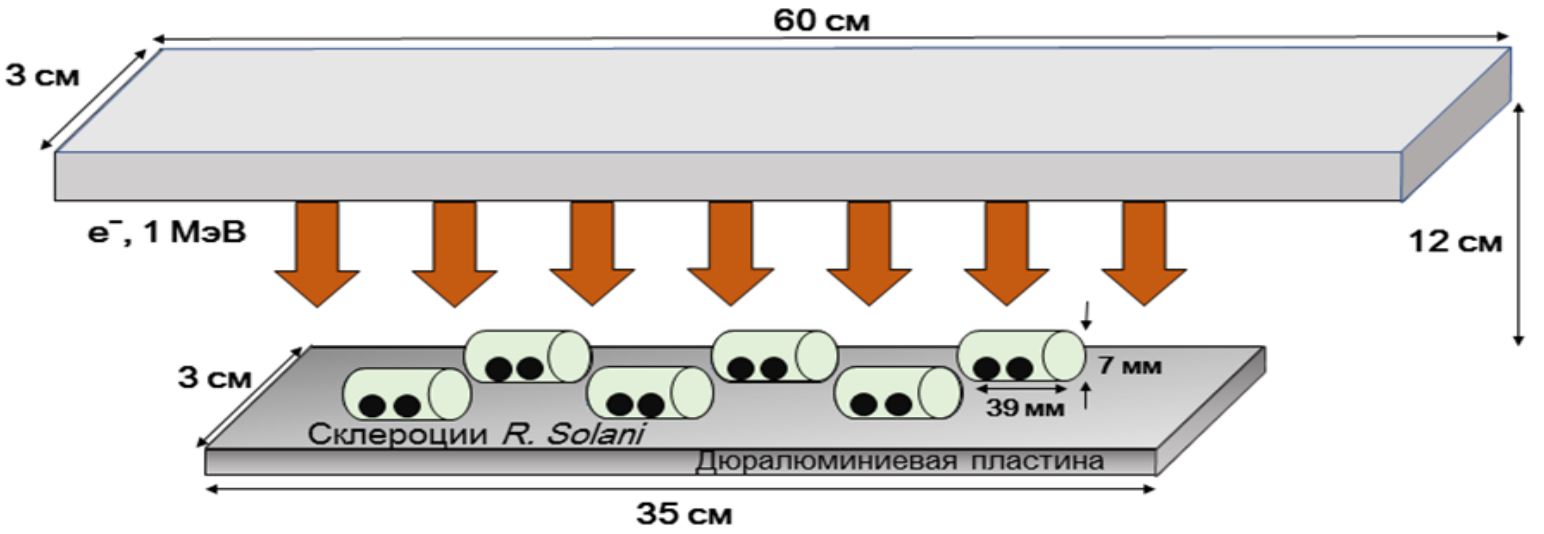




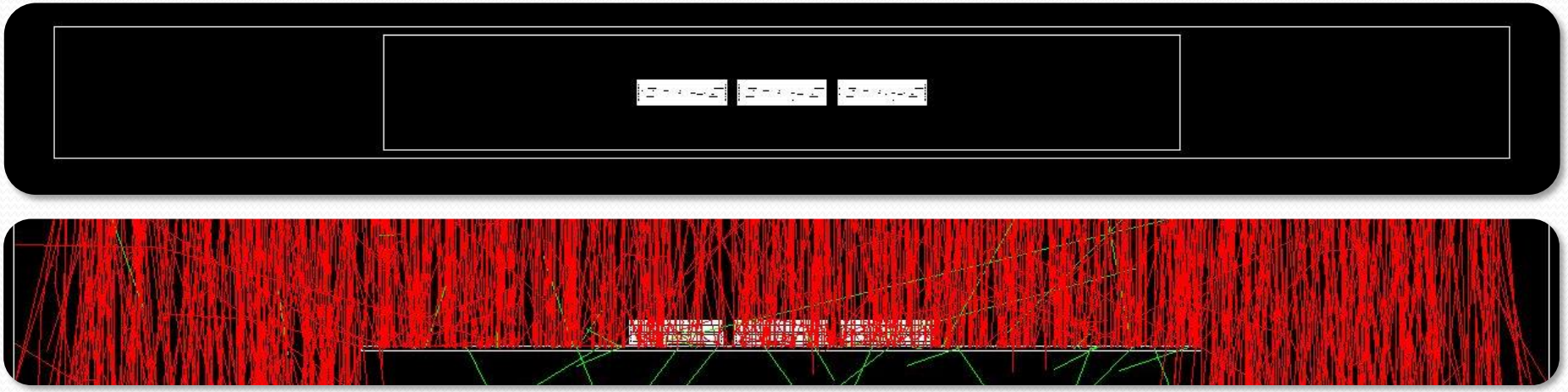

Ускоритель электронов **УЭЛР-1-25-Т-001**, его **схема** и его **спектр излучения**

# Облучение образцов и моделирование результатов при обработке ускоренными электронами




**Вверху:** расположение на ускорителе образцов склероциев R. solani внутри пробирок типа эппендорф

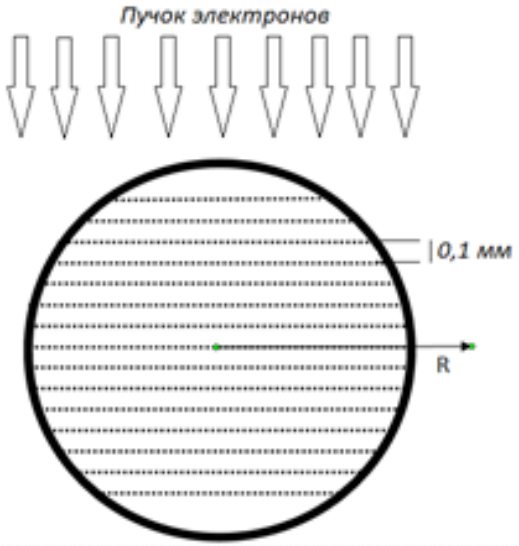
**Внизу:** моделирование облучения пробирок с помощью программного кода GEANT4



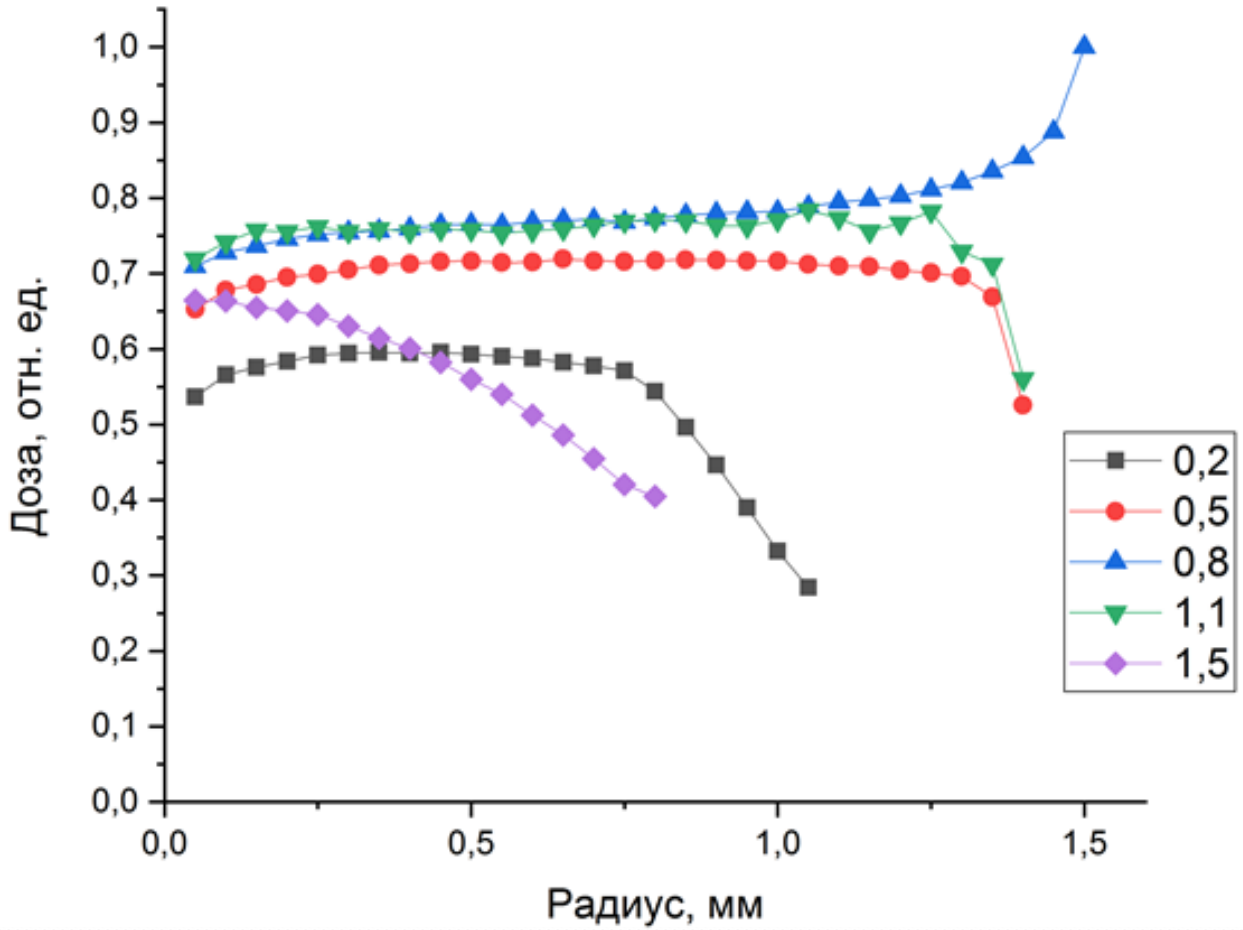
# Основные параметры облучения образцов

| № образца | Время облучения, с | Ток пучка, мкА | Заряд на пластине, нКл | Поглощенная доза, кГр |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 7 ± 1 | 0,1 ± 0,002 | 978 ± 29 | 0,02 ± 0,006 |
| 2 | 26 ± 1 | 0,1 ± 0,002 | 2120 ± 64 | 0,04 ± 0,01 |
| 3 | 58 ± 1 | 0,1 ± 0,002 | 4246 ± 127 | 0,075 ± 0,02 |
| 4 | 128 ± 1 | 0,1 ± 0,002 | 10627 ± 319 | 0,15 ± 0,05 |
| 5 | 223 ± 1 | 0,1 ± 0,002 | 21256 ± 638 | 0,4 ± 0,01 |
| 6 | 318 ± 1 | 0,1 ± 0,002 | 31825 ± 955 | 0,6 ± 0,02 |
| 7 | 426 ± 1 | 0,1 ± 0,002 | 42530 ± 1280 | 0,9 ± 0,03 |
| 8 | 56 ± 1 | 1,7 ± 0,003 | 84870 ± 2540 | 1,8 ± 0,05 |
| 9 | 134 ± 1 | 1,7± 0,003 | 218280 ± 6550 | 4,5 ± 0,14 |
| 10 | 231 ± 1 | 1,9± 0,003 | 425800 ± 12800 | 7,5 ± 0,23 |
| 11 | 197 ± 1 | 4,8± 0,007 | 852000 ± 25000 | 15,0 ± 0,45 |
| 12 | 463 ± 1 | 4,8± 0,007 | 2125000 ± 63000 | 38,0 ± 1,14 |

# Оценка равномерности облучения склероциев

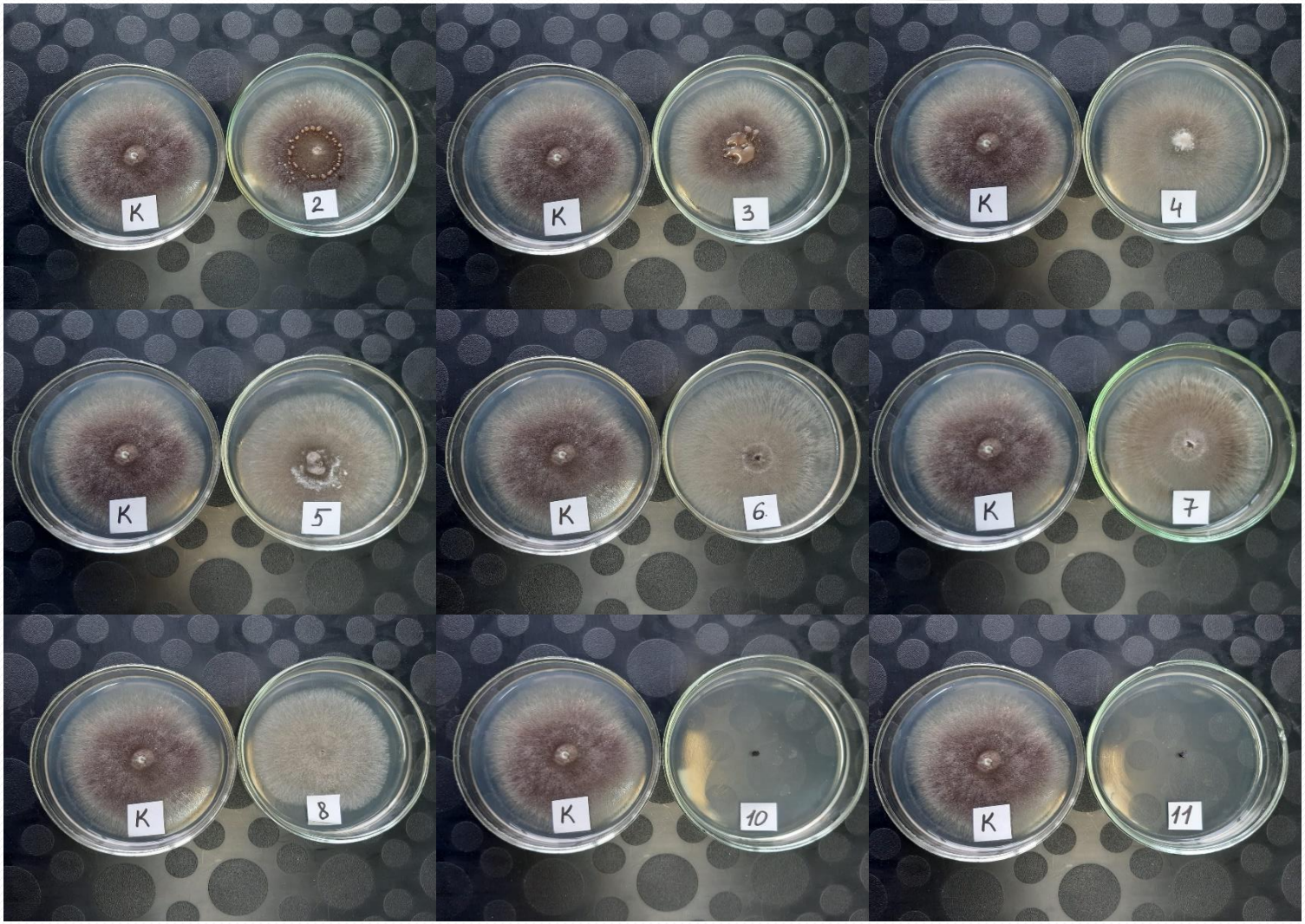



**Вверху:**
Схема разбиения
водной сферы
на слои по глубине
по направлению пучка




**Вверху справа:** распределение дозы по радиусу водной сферы диаметром 3 мм в различных слоях фантома, расположенных на глубинах: 0.2 мм; 0.5 мм; 0.8 мм; 1.1 мм; 1.5 мм; отсчет от верхней точки фантома

# Мониторинг роста фитопатогена *R. solani* на питательной среде КДА



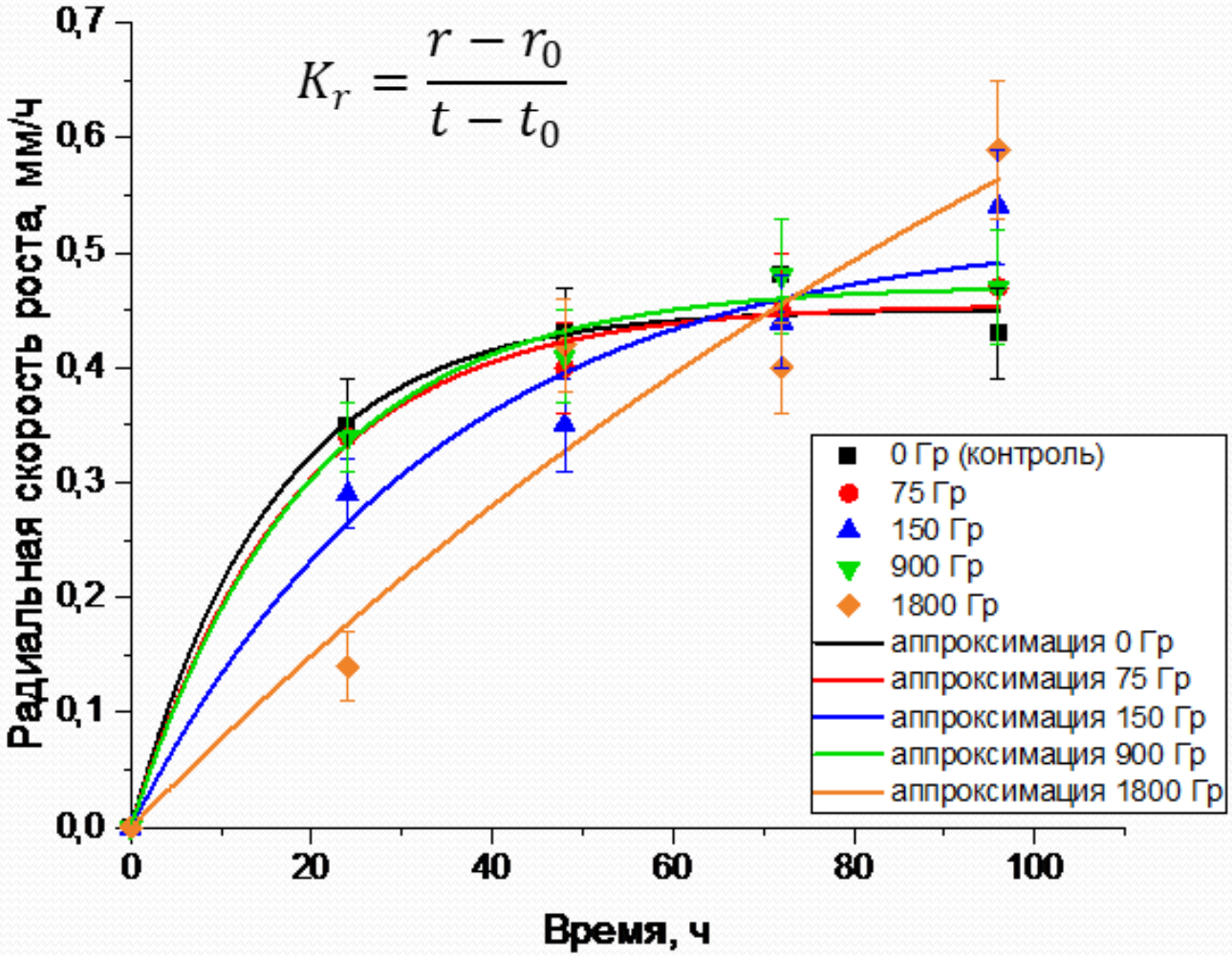

Состояние колоний R. Solani, выращенных из облученных в различных дозах склероциев, на финальном этапе мониторинга; для двух последних образцов явно наблюдается полное ингибирование прорастания фитопатогена

# Данные мониторинга роста фитопатогена *R. solani* на питательной среде КДА

$$T = \frac{Дк - До}{Дк} \times 100\%$$

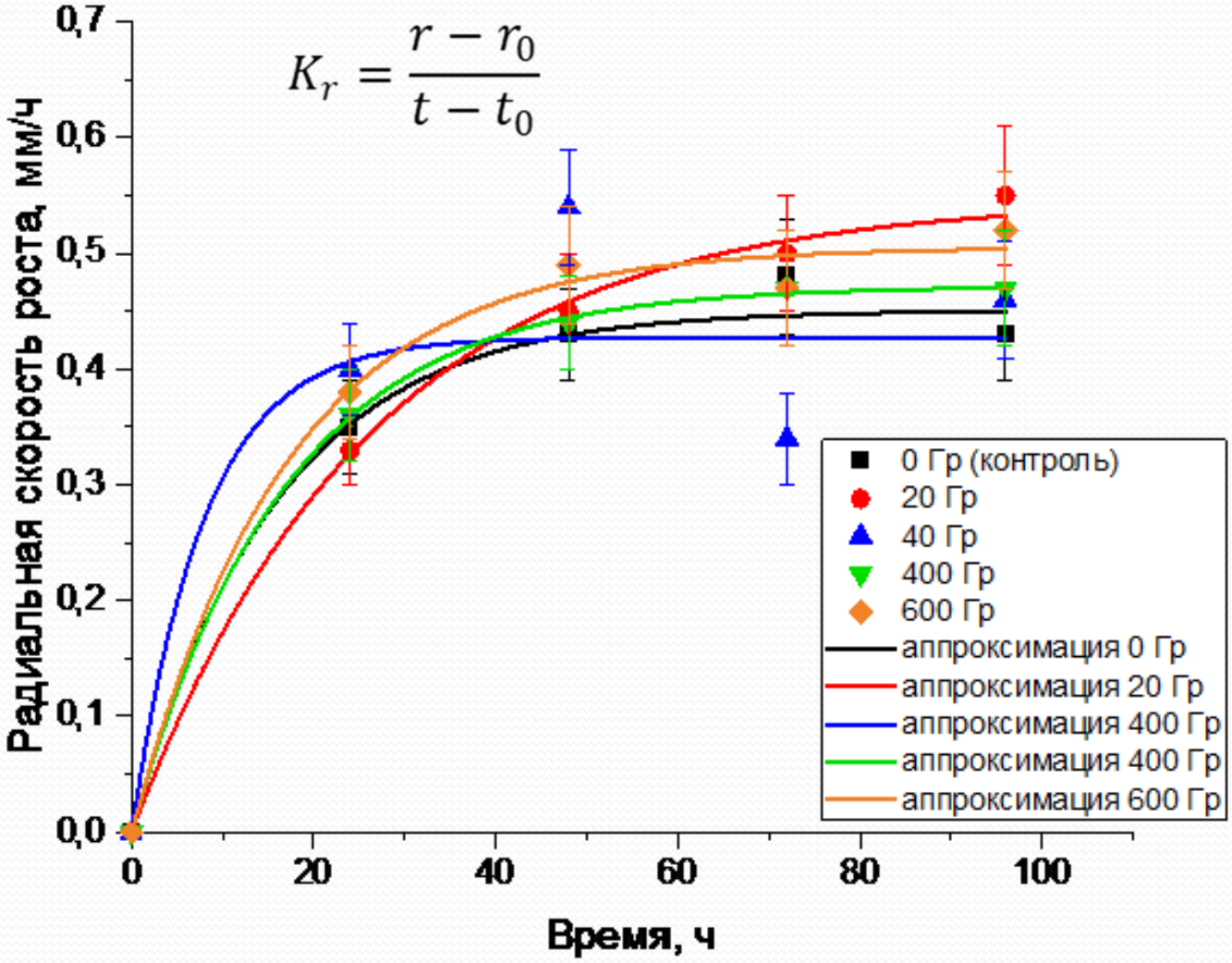
| № | $D_{экс,}$ кГр | Диаметр колоний, мм ±доверительный интервал | | | | Коэффициент торможения Т, % (стандартная ошибка средней) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *через 24 часа* | *через 48 часов* | *через 72 часа* | *через 96 часов* | *через 24 часа* | *через 48 часов* | *через 72 часа* | *через 96 часов* |
| **Контроль** | 0 | **16,9±4,2** | **37,7±6,8** | **60,8±5,2** | **81,2±5,3** | | | | |
| **1** | 0,02 | 16,0±3,8 | 37,5±5,5 | 61,3±4,0 | 87,5±4,4 | +5,3 (1,4) | +0,50 (3,8) | -0,80 (1,4) | -7,8 (1,1) |
| **2** | 0,04 | 19,2±3,8 | 45,2±4,6 | 61,5±3,8 | 83,5±3,4 | -13,6 (1,1) | -19,9 (2,2) | -1,20 (0,4) | -2,8 (0,6) |
| **3** | 0,075 | 16,5±1,6 | 35,8±6,8 | 57,5±4,2 | 80,0±1,7 | +2,4 (3,7) | +5,0 (2,9) | +5,4 (2,7) | +1,50 (0,1) |
| **4** | 0,15 | **14,0±1,8** | **30,8±4,2** | **52,0±4,0** | **77,8±3,4** | +17,2 (1,4) | +18,3 (3,6) | +14,5 (1,3) | +4,2 (1,2) |
| **5** | 0,4 | 17,5±3,0 | 38,7±6,1 | 61,2±3,5 | 83,7±5,5 | -3,5 (1,4) | -2,7 (3,9) | -0,70 (0,2) | -3,1 (1,1) |
| **6** | 0,6 | 18,0±1,3 | 41,5±2,7 | 64,2±2,4 | 89,2±1,2 | -6,5 (2,8) | -10,1 (2,8) | -5,6 (1,4) | -9,9 (0,6) |
| **7** | 0,9 | 16,3±1,0 | 36,0±3,5 | 59,0±4,0 | 81,7±3,8 | +3,5 (2,3) | +4,5 (3,6) | +3,0 (1,4) | -0,60 (0) |
| **8** | 1,8 | **6,7±2,2** | **26,7±3,8** | **45,7±4,0** | **74,0±4,6** | +60,4 (4,4) | +29,2 (2,0) | +24,8 (2,6) | +8,9 (1,1) |
| **9** | 4,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| **10** | 7,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| **11** | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| **12** | 38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 |

# Оценка радиальной скорости роста *R. solani*




Зависимость радиальной скорости роста *R. Solani* от времени с момента высева на питательную среду при облучении в дозах **75, 150, 900 и 1800 Гр**

# Оценка радиальной скорости роста *R. solani*




Зависимость радиальной скорости роста *R. Solani* от времени с момента высева на питательную среду при облучении в дозах **20, 40, 400 и 600 Гр**

# ВЫВОДЫ

**По итогам проведенного исследования установлено:**

- воздействие ускоренных электронов с энергией 1 МэВ на склероции гриба *R. solani* в диапазоне доз от 20 до 38000 Гр оказывает как ингибирующее, так и стимулирующее воздействие на фитопатогенные грибы, выращенные из облученных склероциев;

- при этом зависимость радиальной скорости роста мицелия грибов от времени после облучения не является линейной;

- обработка склероциев дозой **150 Гр** привела к замедлению роста гриба в течение первых двух суток наблюдения, а дозой **1800 Гр** – к существенному замедлению роста *R. solani* на том же отрезке. Значения поглощенной дозы свыше **4500 Гр** обеспечили полное подавление прорастания склероциев *R. solani*;

- представляются интересными исследования по облучению склероциев данного фитопатогена непосредственно на поверхности клубней семенного картофеля.

# Продолжение эксперимента

июнь
2020

июнь -
сентябрь
2020

**Вверху:** семенной картофель сорта Лина,
на поверхности клубней – склероции R. solani

# БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!